

Futuro El observatorio espacial 'Newton' cumple ahora cinco años en órbita. Los astrofísicos estudian con él miles de fuentes de rayos X en el universo, sobre todo galaxias, supernovas, estallidos de rayos gamma y agujeros negros. El telescopio, de la Agencia Europea del Espacio (ESA), pesa más de tres toneladas y mide 10 metros de largo.

De paseo por los agujeros negros

El telescopio europeo 'XMM-Newton' explora los fenómenos más energéticos del universo

EXAVIER BARCONS
El pasado viernes se cumplieron cinco años del lanzamiento de *XMM-Newton*, el mayor observatorio espacial construido por Europa. Han sido cinco años de observación del cielo usando los rayos X. Al igual que ocurre en medicina con el cuerpo humano, esta energética forma de luz penetra a través de la piel de los astros y nos permite ver sus interioridades. Junto a su homólogo, el observatorio *Chandra* de la NASA (lanzado en Julio de 1999), *XMM-Newton* ha revolucionado nuestra visión de los fenómenos más energéticos que ocurren en el universo y ha llevado los rayos X a la caja de herramientas de una gran cantidad de astrónomos (más de 2.000 lo hemos utilizado en estos años). En este esfuerzo conjunto para utilizar los rayos X para la astrofísica, *Chandra* ha sido y es el instrumento para hacer la astro, gracias a la nitidez con la que es capaz de obtener imágenes, mientras que *XMM-Newton* se ha dedicado principalmente a la física, gracias a su mayor capacidad para captar los rayos X del universo, aunque con menor resolución.

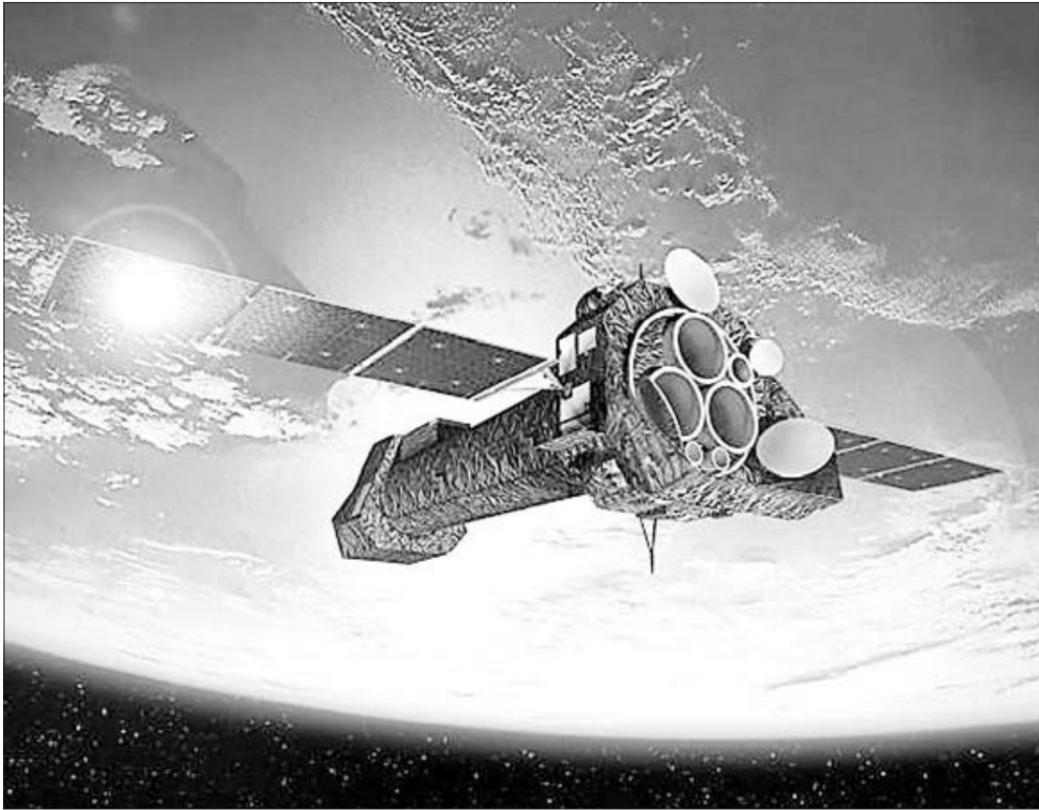
Esa capacidad de penetración que posee *XMM-Newton* dio lugar a uno de los primeros descubrimientos que, de forma casual, se produjo en la fase de calibración del telescopio. En efecto, al apuntar a los restos de una supernova (estrella que ha terminado sus días en una gigantesca explo-

Los rayos X penetran a través de la 'piel' de los astros y nos permiten ver sus interioridades

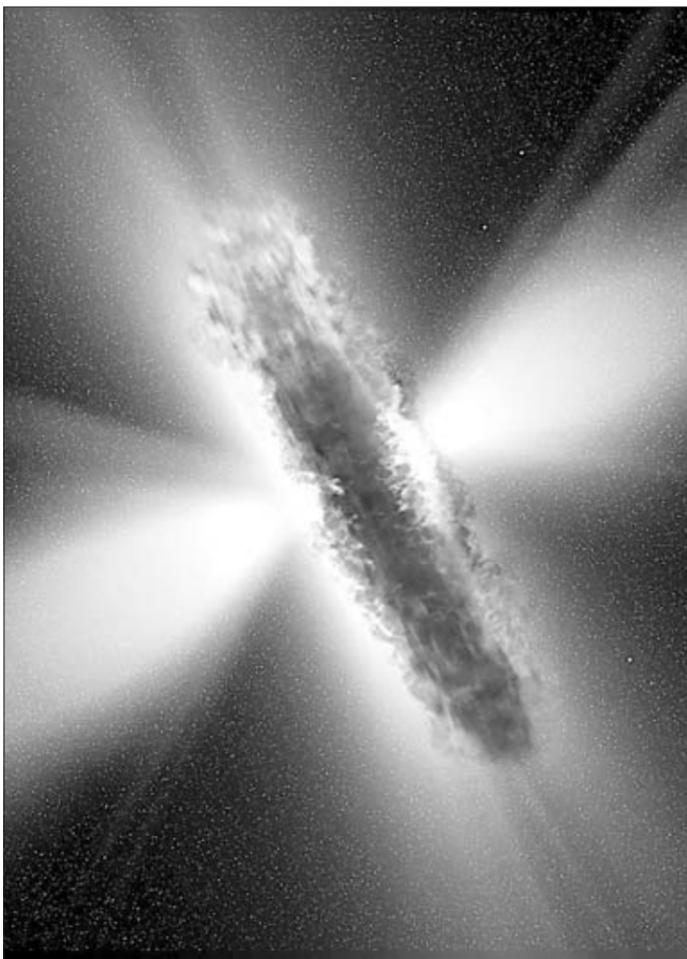
sión que contamina sus alrededores con materiales pesados) en el mismo plano de nuestra galaxia, se descubrió en la misma imagen una mancha difusa. La espectroscopia reveló que esta emisión procede de un cúmulo o agrupación de galaxias lejano.

Hay que decir que los cúmulos de galaxias, esas ciudades en las que habitan centenares o miles de galaxias, se ven en rayos X gracias a las grandes cantidades de gas atrapado en sus confines. Este gas (en realidad plasma) se calienta a temperaturas de decenas de millones de grados y por tanto emite rayos X con un espectro (el tono musical de los rayos X) inconfundible. Los átomos de hierro que pululan por ese plasma dan lugar a una huella inconfundible en el espectro en rayos X, que es la que permitió incluso calcular la distancia a ese cúmulo, cuyos rayos X estamos viendo a través de nuestra propia galaxia.

Sin embargo, ni una sola de las galaxias que viven en esa ciudad iluminada por rayos X se puede ver con telescopios ópticos convencionales: simplemente nuestra propia galaxia lo impide. Hasta la fecha, *XMM-Newton*



Representación gráfica del *XMM-Newton*, que da una vuelta a la Tierra (al fondo en el dibujo) cada 48 horas, en una órbita elíptica inclinada de 114.000 kilómetros de altura máxima y 7.000 kilómetros de altura mínima. / ESA



Representación de la nube de polvo en forma de toro que rodea un agujero negro y su disco de materia, según observó el *XMM-Newton* en la galaxia NGC 4388. / ESA

ha descubierto de forma gratuita, al igual que este cúmulo de galaxias, cerca de 150.000 nuevas fuentes de rayos X por todas las latitudes del cielo —casi el triple de las anteriormente conocidas—. Su catalogación es uno de los mayores legados de esta misión a la ciencia mundial.

Pero donde quizás *XMM-*

Newton haya hecho más avances es en el estudio del entorno de los agujeros negros y muy particularmente de los que moran en el centro de prácticamente todas las galaxias. Estas gigantes concentraciones de millones de soles (el agujero negro del centro de la Vía Láctea, nuestra galaxia, pesa más de dos millones y

medio de veces que el Sol) están en ocasiones muy activas tragando materia de sus alrededores. Tal es el caso de los cuásares y de las más generalmente denominadas galaxias activas, que generan ingentes cantidades de energía a base del calentamiento que sufre la materia que orbita (y cae) alrededor del agujero negro central.

Este fenómeno que extrae energía del agujero negro para convertirla en luz de todas clases se denomina *acreción*. La *acreción* nos permite por un lado ver los agujeros negros —que por definición no emiten luz ninguna por sí solos— y también permite observar cómo son las leyes de la física en presencia de un campo gravitatorio tan fuerte.

La teoría de la Relatividad General de Einstein, predice que la luz (y por tanto los rayos X) siente, al igual que los cuerpos materiales, los efectos de la atracción gravitatoria. Los rayos X de los cuásares y galaxias activas se generan muy cerca del agujero negro, tanto que a veces tienen que emplear una parte muy importante de su propia energía (hasta la mitad) para poder escapar. Son otra vez los átomos de hierro, los que nos muestran cómo su huella espectral pierde energía y se emborrona de acuerdo con la predicción de la teoría de Einstein.

Aunque el primer descubrimiento de este fenómeno data de 1995, con *XMM-Newton* se ha podido estudiar con un detalle sin precedentes. Es más, la Relatividad General también predice que cuanto más rápido gira el agujero negro, la materia que está merodeando a su alrededor puede acercarse más, de tal forma que la energía que tienen que perder los rayos X para escapar de estas monstruosidades cósmicas es todavía mayor. *XMM-*

Newton ha visto que los agujeros negros de las galaxias activas, y no sólo de las más cercanas sino también —en promedio— de las más lejanas que se conocen, están girando muy rápidamente, cerca del límite que impone la propia teoría de Einstein.

Pero quizás lo más sorprendente, no por menos esperado, es la capacidad de *XMM-Newton* de detectar estos gigantes agujeros negros aun cuando están embebidos en densos envoltorios formados por átomos y moléculas, que impiden que escape de allí la luz visible. En las exposiciones más profundas, *XMM-Newton* ya es capaz de detectar igual cantidad de galaxias activas *oscurecidas* que de *no oscurecidas* (como los cuásares).

Los cálculos sugieren que los agujeros negros *no oscurecidos* aportan tan sólo entre un 20 y un 50% de la energía generada por *acreción* en el universo, mientras que el resto se produce en estas galaxias activas *oscurecidas* y que *XMM-Newton* está empezando a descubrir y a permitirnos estudiar.

Hay muchos más descubrimientos y avances en astronomía para los que el curso de *XMM-Newton* ha sido crucial. Por ejemplo, los enigmáticos estallidos cósmicos de rayos gamma, se afianzan hoy en día como un proceso parecido al de las explosiones de supernova, en parte gracias a que *XMM-Newton* pudo observar uno de tales eventos tan solo ocho horas después de producirse, y detectó, al igual que en

El telescopio ha descubierto casi 150.000 nuevas fuentes de rayos X por el cielo

las supernovas, material químicamente enriquecido expulsado a grandes velocidades.

La localización de la mitad de los átomos que pueblan el universo en el denominado medio intergaláctico, ha dejado de ser una especulación gracias a la detección de absorción en espectros de fuentes cósmicas de rayos X producida por oxígeno muy ionizado. *XMM-Newton* ha permitido la medida directa del campo magnético en la superficie de una estrella de neutrones —200.000 millones de veces superior al de la Tierra—, gracias a las huellas que deja en su espectro el giro de los electrones de su ionosfera. O la medida de la gravedad en la superficie de estas estrellas más densas que un núcleo atómico, y cuyo valor es muy sensible a su composición interna y por tanto a las leyes de la física nuclear.

En éstos y otros temas, *XMM-Newton* seguirá siendo una herramienta esencial de progreso en los próximos años.

Xavier Barcons es profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC).